IP アドレスとポート・クライアントサーバモデル

樋口さぶろお

龍谷大学理工学部数理情報学科

応用プログラミング☆実習 L09(2017-11-21 Tue)

最終更新: Time-stamp: "2017-11-21 Tue 14:52 JST hig"

今日の目標

- TCP/IP のソケット通信のクライアントプログラムが説明できる.
- IP アドレス, ネットワーク部, ホスト部, ポートの意味が説明できる.

http://hig3.net

ここまで来たよ

学習目標

講義概要 → シラバス
計算機プログラムは、様々な操作を高速・効率的に処理したいという動機や目的があって作成されるものです。したがって、実用的なプログラムを作 成する際には、現実の様々なデータ形式に応じた計算や入出力を行う必要があります。この科目では、画像データやネットワークデータなどの具体的 なデータを用いた C 言語のプログラミングを体験します。これらを通じて、より応用的なプログラミングの作法を学びます。
到達目標 → シラバス

- 現実の多様なデータを処理するためのプログラミング作法 (ex. ネットワークプログラミング) を修得する。
- 少し大きな規模のプログラムソースを管理・作成できるようになる。

ネットワークプログラミング

1. TCP/IP ソケットの使い方
2. クライアントサーバシステム
3. プロトコル (複数のプログラムの協調するための規則)

(

応用プログラミング☆実習の評価ののり

成績計算科目の前半 50+5 ピーナッツ, 後半 (樋口担当分)50+5 ピーナッツ.

	応用プログラミング☆実習 (後半)	確率統計☆演習 I
期末試験	0 ピーナッツ	45 ピーナッツ ファイナルトライアル 1 回
小テスト	35 ピーナッツ trial, 予習復習問題	30 ピーナッツ プチテスト 1 回
平常点	20 ピーナッツ 実習内課題, プログラム提出, 課題提出	25 ピーナッツ trial, 予習復習問題, 授業内課題
計	55 ピーナッツ	100 ピーナッツ

後半 50 ピーナッツは

- 15+5 ピーナッツ:平常点 実習での課題提出など
- 35 ピーナッツ:小テスト 授業期間中の e ラーニングや紙の非参照テスト

欠席届毎回出席を前提に進めます. やむを得ず欠席して, ピーナッツ的に考慮されたい場合は, 事前 or 事後 (最終回まで) に専用用紙に事情を説明する書類を貼って, 授業前後各 5 分に提出 (事前事後とも可. ファイナルトライアルが締切). 不合格の理由はピーナッツのみで欠席回数ではありません.
ふだんは欠席の事前連絡は不要, チーム活動するとき (言います) 必要.

他の科目や研究室との関係

- 情報処理の基礎:計算機基礎実習:アルゴリズム及び実習
  ＝ ネットワーク構成論 (3 年後期情報教職必修):応用プログラミング
  ☆実習後半:特別研究
- ネットワーク構成論は情報系の人にはセットでおすすめ. この科目では, 内部の仕組みや規約は必要なものだけを語り, “C ではこう書くとこうなる” ことに限定していきます.

関係する研究テーマ

担当者ののり

- なまえ: 樋口さぶろお `hig@math.ryukoku.ac.jp`
- へや: 1-502
- 樋口オフィスアワー月 $3.5 - 4.5$(1-502), 金 4(1-502)
- Web ページ: `http://hig3.net` (表紙に QR コード) 演習の指示や, スケジュールもここから.

学習サポート hig3.net 内の配布資料と課題のページ

`http://hig3.net` → 応用プログラミング

Learn Math Moodle (LMS)

`http://hig3.net` → Learn Math Moodle (全学認証) → 応用プログラミング☆実習

Ryukoku Applied Math Mahara (e ポートフォリオ)

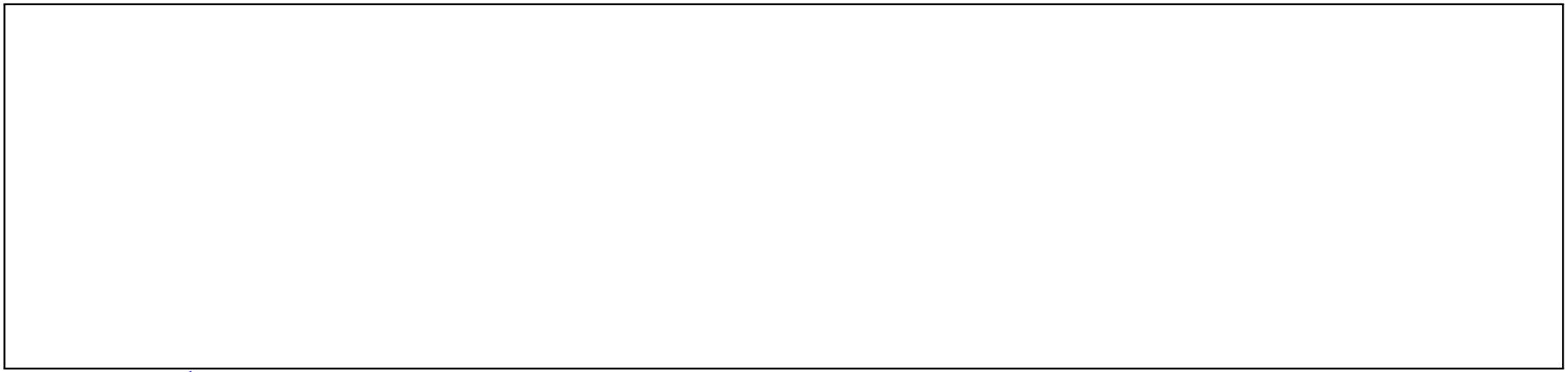
`http://hig3.net` → RaMMahara → グループ → 応用プログラミング☆実習

参考書

- 滝根哲哉編著, 「情報通信ネットワーク」の第 10 章, オーム社, 2013. ネットワーク構成論 (2017) の教科書. 学内なら Web で読める `https://opac.ryukoku.ac.jp/webopac/BB21553005`
- 阪田史郎編著, 「インターネットプロトコル」の第 9 章, オーム社, 2005. ネットワーク構成論 (2017) の参考書.
- 青木峰郎, 「ふつうの Linux プログラミング」の第 15 章, ソフトバンククリエイティブ, 2017.

世の中にこんなプログラムある?

あるアプリ A に ABC と入力すると, 別のアプリ B(あるいはもう 1 個起動したアプリ A) から ABC と出力される.



C プログラムでそうするには?

すでに学んだことだけ使って, 実現方法を考えよう.
あるプログラム a.out に ABC と入力すると, 別のプログラム b.out から ABC と出力される.

ここまで来たよ

インターネット

OSI の参照モデル	インターネット
アプリケーション層	アプリケーション層
プレゼンテーション層	
セッション層	
トランスポート層	TCP/UDP
ネットワーク層	IP
データリンク制御層	フレーム
物理層	イーサネット, WiFi

TCP/IP=Transport Control Protocol / Internet Protocol
プロトコルとは?

物理層:有線・無線ネットワーク

コンピュータをネットワークから切り離すには? どのケーブル?

ホスト名, IP アドレス, ポート

インターネットにつながったホスト (コンピュータ), ホスト上で (通信しようとする) プロセスを識別するには?

IP アドレス IP address (IPv4)

同じ IP アドレスとインターネット上のホストは 1 対 1 に対応する (例外を除いては)
人に優しく, 8 ビットずつドットで区切って (ドット区切り十進記法)10.0.126.120 のように書くのが普通. 左ほど上の桁.

- 近い整数のホストはネットワーク的に近くにいる.
  - 例えば, 龍谷大学ネットワークに直接つながったホストはの IP アドレスは[　　]である
- 勝手に付番できない.

- 世界で IANA が管理. ネットワーク管理者が一部分を管理.
- いくつかの IP アドレスには特別の用途
- IP アドレス-ホスト 1 対 1 対応の例外: グローバルアドレスはその通りだけど, プライベートアドレス (閉じた組織内で使われる内線番号) はそうではない.
- IP アドレス-ホスト 1 対 1 対応の例外: 複数のネットワークインターフェースを持つホスト (ループバックアドレス 127.0.0.1 はその例)
- DHCP: 自動設定

IP アドレス IP address (IPv6)

インターネット上のホストを 1 個ずつ区別する 128 ビットの整数.
32 ビットずつコロンで区切って, 16 進法で表現し,
2001:DB8:0:0:8:800:200C:417A (省略) ⇒ 2001:DB8::8:800:200C:417A のように書くのが普通.

IP アドレスの個数?

IPv4, IPv6 ではそれぞれ 10^n 個のホストを区別できる?

ホストネーム hostname FQDN=Fully Qualified Domain Name

IP アドレスと文字列をほぼ 1 対 1 に対応させたもの.

- 例: `sirius.ws.ryukoku.ac.jp`
- `sirius` を (狭義の) ホスト名
- `ws.ryukoku.ac.jp` をドメイン名 (組織を表す),
- `sirius.ws.ryukoku.ac.jp` を FQDN という.

- 右の方が大分類, 左のほうが小分類 (IP アドレスと逆).
- ネットワーク的な近さでなく, 所属, 運営組織で分類されている.

世界では ICANN, 日本では JPNIC, 組織内ではネットワーク管理者が管理.

特別なホスト名, IP アドレス

コンピュータ, プログラム, 人間にとって

127.0.0.1 localhost

プログラムが実行されているそのコンピュータのこと. ループバックとも言う.

人間 (教科書の読者) にとって

example.com, example.co.jp, ...

例のための実在しないホスト名 (龍谷花子さんのようなもの)

IP アドレスとホストに関係する Linux コマンド

IP アドレスとホスト名の間を変換するソフトウェア/関数

```
1 % ifconfig                    /* 実行しているホストのIPアドレス他
2 % host www.ryukoku.ac.jp      /* ホスト名->IPアドレスを知る  */
3 % host 133.83.83.3            /* ホスト名<-IPアドレスを知る  */
```

ポート port

1 個のホスト上で動いているプロセスを区別する 16 ビット整数.

- well-known port numbers 0–1023. 特定のサービス (=サーバ) が使うことになっている. IANA が管理. そのホストの管理者権限がないと使えない (特権ポート)
- 登録済みポート番号 1024–49151 の範囲に散在. 他の目的に使ってもよい. IANA が管理.
- プライベートポート番号 49152–65535.

- 本当はプロセスを区別でなくプログラムの連絡口 (ソケット) を区別. 1 個のプログラムが何個もの通信を同時に行うことはありうる.
- っていうか, かならず 2 個は使う.
- ポートスキャン, ポートフォワーディング, ...

ホスト:ポート組み合わせ表記

コロンの前に FQDN や IP アドレス, 後にポート番号

cache.st.ryukoku.ac.jp:8080

ここまで来たよ

クライアントサーバモデル

通信する 2 個のプロセスは対等ではない.

- サーバ server 給仕 (お店) サービスする.
- クライアント client 客 サービスされる.

> プロセスの動いているホストのことを指す場合も.
> TCP/IP 以外のレイヤー/文脈でも使われる.

- サーバは要求を待つ.
- (クライアントは人間の入力からリクエストを作成する)
- クライアントは特定のサーバ (hostname:port) にサービス (service) をリクエスト (request, 要求) する.
- サーバは要求に応じたレスポンス (response, 返答) を返す.
- クライアントはレスポンスを受け取る.
- (クライアントはレスポンスを利用した処理を行い出力する)

例: Web サーバ-Web ブラウザ

ここまで来たよ

こんなの全暗記してられる? だいたいの仕組みがわかって, マニュアルと Web とサンプルを参照しながら書ければ OK. ただし, マニュアルと Web とサンプルの解読にかけてはプロになる必要.

ソースコード 1: daytime クライアント

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <string.h> /* memset */
3  #include <sys/socket.h> /*socket, connect */
4  #include <arpa/inet.h> /* htons */
5  #include <netinet/in.h> /* htons, inet_addr */
6  #include <unistd.h> /* close sizeof */
7
8  #define SERVER_ADDR "127.0.0.1"
9  #define SERVER_PORT 12345
10 #define BUFFERSIZE 1024
11
12 int main(){
13
14   int s;
```

```
15    struct sockaddr_in sa;
16    int count;
17    char buf[BUFFERSIZE];
18
19    /* ソケットを作る */
20    s = socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
21
22    /* 接続先のホスト:ポート をソケットアドレス構造体に格納 */
23    memset(&sa, 0, sizeof(sa));
24    sa.sin_family=AF_INET;
25    sa.sin_port=htons(SERVER_PORT);
26    sa.sin_addr.s_addr=inet_addr(SERVER_ADDR);
27
28    /* 接続する = open */
29    connect(s, (struct sockaddr *)&sa, sizeof(sa));
30
31    /* 読む scanf */
32    count=recv(s, buf, BUFFERSIZE-1, 0);
33
34    /* 終端文字を加えて文字列にして出力 */
35    buf[count]='\0';
```

```
36      printf("%s",buf);
37
38      /* close */
39      shutdown(s, SHUT_RDWR);
40      close(s);
41
42      return 0;
43
44  }
```

sizeof 演算子

int x;
のとき, sizeof (int), sizeof x はバイト長 (整数) を返す
常に sizeof(char)==1

サービスの仕様やポート番号の探し方

- `/etc/services` サービス名とポート番号の一覧
- IETF の管理する RFC=Request for Comment
  `https://www.ietf.org/rfc.html` インターネットにまつわる半公式仕様書 (IETF が管理). サービス名, ポート番号, プロトコルが説明されている.

ソケットクライアントの処理の流れは?

ソケット通信	(ファイル入力での例え)	関数
ソケット作成	fopen	socket
接続	fopen	connect
読み取り/書込	fscanf,fprintf	recv,send
接続終了	fclose	shutdown
ソケット廃棄	fclose	close

fopen-fscanf-fclose でなく, 低レベルファイル入出力 open-read-close のほうがよく対応する.

関数解説

```
1  #include <sys/types.h>
2  #include <sys/socket.h>
3
4  int socket(int family, int type, int protocol);
5  /* ソケットを作り, デスクリプタを返す */
6
7  int connect(int sockfd, struct sockaddr *address, int addrle
8  /* デスクリプタsockfd で指定されるソケットから,
9  ソケットアドレス構造体 address で指定される通信先に接続要求を
10 接続失敗なら負の返り値*/
11
12 int recv(int sockfd, char *buf, int len, int flags);
13 /* bufは受信バッファ, len は受信最大バイト数 */
14 /* 返り値は受け取ったバイト数. 終了なら0, 失敗なら-1 */
15
16 int send(int sockfd, char *buf, int len, int flags);
17 /* bufは送信データ, len は送信バイト数 */
18 /* 返り値は送信したバイト数. 失敗なら-1 */
```

```c
#include <sys/socket.h>
int shutdown(int sockfd, int how);
```

```c
#include <unistd.h>
int close(int socketfd);
```

詳細の暗記は不要. そういう関数あったな, で.
こういう解説は, ターミナルで (シェルで) man コマンドを使ってオンラインマニュアルで探せる (だいたい難解).

```
% man socket
% man -k socket
% man 2 socket
```

2 は関数, 1 はコマンド…
どこのヘッダファイルで定義されているか探す野蛮な方法.

```
% grep connect /usr/include/*.h /usr/include/sys/*.h
```

ホスト:ポートの指定方法

プロトコル IP で, ホスト:ポートを指定する構造体. in = Internet

```
1  #include <netinet/in.h> /* /usr/include/netinet/in.h */
2
3  struct sockaddr_in {
4    /* 型              メンバー名*/
5    sa_family_t       sin_family; /* アドレスファミリー*/
6    in_port_t         sin_port;   /* ポート番号 */
7    struct in_addr    sin_addr;   /* IPアドレスを収容する構造体 */
8    char              sin_zero[8];/* 不使用 */
9  }
10
11 struct in_addr {
12   in_addr_t         s_addr; /* 16ビット整数で表されたIPアドレス */
13 }
```

他のアドレスファミリーまで含めた汎用の `sock_addr` 構造体は socket.h で定義. /usr/include/*/sys/socket.h

```
1 /* IPアドレスの，32ビット整数と，ドット区切り十進記法の文字列
2 long   inet_addr(char *dot_ip);
3 char   *inet_ntoa(long integer_ip);
```

ntohl, htonl, ntohs, htons

ホストバイトオーダー (x86 はリトルエンディアン) とネットワークバイトオーダー (ビッグエンディアン) の変換をする関数.　計算機システム II

network to host, long/short

お知らせ

- 樋口オフィスアワー月 $3.5 - 4.5$(1-502), 金 4(1-502)
- ごめんなさい 2017-11-28 火 12 都合により休講. たぶん 12 月中に補講.
- L10 の最初で非参照のテストやります… プログラムを書けじゃなくて,
  - 選択肢で答える問題
  - 日本語で答える問題
  - プログラムを読んで何か答える問題

  の予定
- Learn Math Moodle に予習問題を載せるので, それで準備してね.

エラー処理・分割コンパイル・コマンドライン引数

樋口さぶろお

龍谷大学理工学部数理情報学科

応用プログラミング☆実習 L10(2017-11-21 Tue)

最終更新: Time-stamp: "2017-12-07 Thu 06:54 JST hig"

今日の目標

- プロトコルとは何かを説明できる
- エラー処理が読み書きできる.
- ファイル分割, make でプログラムを整理できる
- recv/send 両方を含むクライアントを書ける
- コマンドライン引数を読むプログラムを書ける

http://hig3.net

先週の復習 I

- 通信相手の指定方法 swallow.math.ryukoku.ac.jp:13 = 133.83.83.6:13 = ホスト名:ポート番号
  - ホスト名や IP アドレスはインターネット上のコンピュータを指定
  - ポート番号はコンピュータ上のプロセス (の待ち受け口=ソケット) を指定
    - ★ 有名なサービスは特定のポート番号 (well-known ports) を使っている
- いろんなサーバが, 各自のホスト名:ポート番号で待ち受け中. クライアントはホスト名:ポート番号を指定してサービスをリクエストし, レスポンスを得る.
- ソケットによるクライアントの通信手順 socket, connect, recv/send, shutdown, close.

ここまで来たよ

9 IP アドレスとポート・クライアントサーバモデル

10 エラー処理・分割コンパイル・コマンドライン引数
- プロトコル とソケットクライアント
- エラー処理
- 関数定義と分割コンパイルと Makefile
- コマンドライン引数の扱い

プロトコル

先週の daytime サービス

ルール: クライアントがサーバに接続すると, サーバが, ”2017-12-03 Sun 13:27” のような文字列をクライアントに送る. ⇝ RFC

Protocol (プロトコル)

手順書. 手順やデータ形式の規約.

> TCP, IP, HTTP などの最後の P は Protocol の P. HTTP プロトコルってのは重複した言い方

今週の penguin サービスのプロトコル

クライアントが `count ` で始まる文字列を送ると, サーバはそれに続く文字数 (c) を数え, `c Adelie Penguins!` をクライアントに送る. それ以外の文字列なら `Penguins!`を送る.

> 実験, テスト用として有名なプロトコル: echo

> インターネットのプロトコルの王者: http(s). その上に, プロトコル, Web API がある.

エラー処理つきソケットクライアント (送受信)

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <string.h> /* memset */
3  #include <sys/socket.h> /*socket, connect */
4  #include <arpa/inet.h> /* htons */
5  #include <netinet/in.h> /* htons, inet_addr */
6  #include <unistd.h> /* close sizeof */
7  #include <stdlib.h>
8
9  #define SERVER_ADDR "127.0.0.1"
10 #define SERVER_PORT 22222
11 #define BUFFERSIZE 1024
12
13 int main(){
14
15    int s;
16    struct sockaddr_in sa;
17    int count;
18    char recvbuf[BUFFERSIZE];
```

```
19    char sendbuf[]="count something.";
20    int status;
21
22    /* ソケットを作る */
23    s = socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
24    if( s==-1 ){
25       perror("socket");
26       exit(1);
27    }
28
29    /* 接続先のホスト:ポート を構造体に詰める */
30    memset(&sa, 0, sizeof(sa));
31    sa.sin_family=AF_INET;
32    sa.sin_port=htons(SERVER_PORT);
33    sa.sin_addr.s_addr=inet_addr(SERVER_ADDR);
34
35    /* 接続する = open */
36    status=connect(s, (struct sockaddr *)&sa, sizeof(sa));
37    if(status==-1){
38       perror("penguin connect");
39       exit(1);
```

```
40      }
41
42      /* 送る printf */
43      count=send(s, sendbuf, strlen(sendbuf), 0);
44      if( count==-1 ){
45        perror("penguin send");
46        exit(1);
47      }
48
49      /* 受け取る scanf */
50      count=recv(s, recvbuf, BUFFERSIZE-1, 0);
51      if( count==-1 ){
52        perror("penguin recv");
53        exit(1);
54      }
55
56      /* 終端文字を加えて文字列にして出力 */
57      recvbuf[count]='\0';
58      printf("%s",recvbuf);
59
60      /* close */
```

```
61
62      status=shutdown(s, SHUT_RDWR);
63      if( status==-1){
64          perror("penguin shutdown");
65          exit(1);
66      }
67
68      status=close(s);
69      if( status==-1){
70          perror("penguin close");
71      }
72
73      return 0;
74  }
```

ここまで来たよ

9 IP アドレスとポート・クライアントサーバモデル

10 エラー処理・分割コンパイル・コマンドライン引数
- プロトコル とソケットクライアント
- エラー処理
- 関数定義と分割コンパイルと Makefile
- コマンドライン引数の扱い

エラーの種類

- コンパイルエラー ex. syntax error 文法エラー
  - プログラムを書いた人だけの責任
- ランタイムエラー 実行時エラー ex. segmentation fault
  - プログラムの外部に原因
    - ★ プログラマが想定していない入力を, ユーザが与えた
    - ★ システムが作れるソケットの個数を超えた
    - ★ ソケットサーバの電源がはいっていなかった
    - ★ 実行中にだれかがネットワークケーブルを引き抜いた

なるべく悪影響を防ぎ続行する. 終了するならプログラマにデバッグに有用な情報を残して終了する

エラー処理の極端なケース: 異常終了

- 関数内での return 文は, 関数を終了して, 呼び出し側に返り値を返す. 負の数, 特に -1 が関数内のエラーを意味することがある. 0 は正常終了.
- stdlib.h で定義された関数 `void exit(int status)` は, プログラム全体を終了して, OS に返り値を返す. 0 は正常終了. それ以外は異常終了.

ソケットクライアントのエラー処理

特に socket, connect, recv, send に対してエラー処理が必要.

これらはたまたま, OS に対して処理を依頼するシステムコール計算機システム
II
(特定の OS 例えば Linux の) 様々なシステムコールの使い方を学ぶ授業/教科書 は (Linux) システムプログラミング という名前がついている.

エラーが起きたか, どんなエラーか判断する方法

- 関数やシステムコールの返り値でエラーか, どんなエラーか判断
- システコムールの場合, perror(3) の出力でエラーの内容を知る
  - 上のは, man 3 perror で調べろ, という意味 (だけど, サービスのため次のページ)

perror

perror(”プログラム内の位置の情報の入ったプログラマのメッセージ”);
とすると, ‘内部で’ エラーが起きたときに, 「errno + プログラム内の位置の情報の入ったプログラマのメッセージ + : + システムのエラーメッセージ」を標準エラー出力 stderr に出力する.

perror(3) のヘッダファイルと型

```
1 #include <stdio.h>
2 void perror(char *s);
```

エラーの内容をもっと詳細に知りたい, エラーの種類によって分岐 (if-then) したい, というときには, **#include** <errno.h> して, グローバル変数 int errno , 関数 char *sterror(int errno) を利用する. 実は perror はこれらを内部に隠して使っている.

標準エラー出力

エラーの出力は, データの出力と分けて, 標準エラー出力へ.

fprintf (stderr ,”something”)

リダイレクト (計算機システム II)

簡潔に書こう

```
s=socket(...);
if(s==-1){
   /*エラー処理;*/
}
/* sがどんな値なら
どんなエラーか,
は socket(2) 参照 */
```

```
/* socket の返り値を後で使わないとき(非現
if( socket(...)==-1 ){   /*エラー処
理;*/}
```

```
/* socket の返り値をsに保存するとき*/
if( (s=socket(...)) ==-1 ){   /*エ
ラー処理;*/}
```

(a=f())==2 の括弧は必要. つけないと, a=(f()==2) の意味になり, a には等式の真偽値 0 または 1 が代入される (代入文の返り値で if は分岐する)

C では下品, 最近の言語では上品とされている書き方として,

```
if( -1==do_something() )   die();
```

は次のようにも書ける. || は論理和 OR. 'Get up or you will be late' 英語.

```
( (-1==do_something() ) || ( die() ));
```

根本的な解決 exception(例外), try-catch in Java　　グラフィックス基礎 (3 年前期)

ここまで来たよ

9 IP アドレスとポート・クライアントサーバモデル

10 エラー処理・分割コンパイル・コマンドライン引数
- プロトコル とソケットクライアント
- エラー処理
- 関数定義と分割コンパイルと Makefile
- コマンドライン引数の扱い

関数定義と分割コンパイルと Makefile

だいぶ簡潔になったとは言え, 毎回,

```
1 if(  実行()==失敗の値  ){
2     perror("この場所を表す文字列");
3     exit(1);
4 }
```

と書くことになる.

関数定義+分割コンパイル+Makefile で解決 (復習)

```
1 perror("この場所を表す文字列");
2 exit(1);
```

を, "この場所を表す文字列" を引数とする関数 **void** die(**char** *message) と定義しよう. この関数の関数プロトタイプ宣言を die.h, 定義を die.c に書き, Makefile を使って分割コンパイルしよう.

> Refactoring (リファクタリング) プログラムが同じ動作をするままの状態を保って, 関数や変数の定義を改善して, ソースを自分や他人にわかりやすく, その後の改造に適した構造に再編すること

ここまで来たよ

9 IP アドレスとポート・クライアントサーバモデル

10 エラー処理・分割コンパイル・コマンドライン引数
- プロトコル とソケットクライアント
- エラー処理
- 関数定義と分割コンパイルと Makefile
- コマンドライン引数の扱い

汎用クライアント telnet

汎用クライアント `telnet(1)`, `nc(1)`

```
telnet  host  port
nc –C   host  port
```

標準入力をサーバにリクエストとして送り, サーバからのレスポンスを標準出力に出す.

- telnet は Control と] の同時押し, 'quit'+Enter で終了.
- nc は Control と C の同時押しで終了.

```
telnet www.a.math.ryukoku.ac.jp 80
GET /
```

と, Web ブラウザの URL バーに `http://www.a.math.ryukoku.ac.jp` と入力し, ページ上で右クリックして「ソースを比較」したときの表示を比較しよう. 80 は何のポート番号?

m

コマンドライン引数

```
telnet      www.math.ryukoku.ac.jp  80
#argv[0]    argv[1]                 argv[2]     argc=3
```

コマンド名に続く www.mathr.ryukoku.ac.jp, 80 をコマンドライン (第 1, 第 2) 引数という.
コマンドがどのようなコマンドライン引数を「取る」か, 何に使うかは, man に書かれている.
特に, -c, --help のように '-' から始まるコマンドライン引数をコマンドラインオプションといい, コマンドの振る舞いを変更するのに使われる.

```
tail penguin-client.c
tail -30 penguin-client.c
tail -r -30 penguin-client.c
```

C プログラムでのコマンドライン引数の受け取り方

main の仮引数

```
int main(int argc, char **argv){ ... }
```

argc コマンドライン引数の個数. コマンド名を含む.
argv ポインタ配列 (ポインタへのポインタ). 各成分は, 各引数文字列へのポインタ.

	0	1	2	3	4	5	6		
argv[0]	t	e	l	n	e	t	\0		
argv[1]	w	w	w	.	m	a	t	···	\0
argv[2]	8	0	\0						

コマンドライン引数のサンプルプログラム

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#define BUFSIZE 1000

int main(int argc, char **argv){
  char message[BUFSIZE];
  char andstring[]=" and ";

  strcpy(message,argv[1]);
  strcat(message,andstring);
  strcat(message,argv[2]);

  /* for test */
  /* printf("%c\n",argv[0][0]); */
  /* printf("%c\n",argv[0][1]); */
  /* printf("%s\n",argv[0]); */

  printf("%s\n",message);

  return 0;
}
```

お知らせ

- 樋口オフィスアワー月 $3.5 - 4.5$(1-502), 金 4(1-502)
- ごめんなさい 2017-11-28 火 12 休講分を たぶん 12 月中に補講.
- L11 の最初でも非参照のテストやります… 出題計画は授業中に修正するかも.
  - ソケット, サーバ, クライアント, プロトコルについての選択肢的問題
  - エラー処理の簡潔な書き方をしたソースの動作を説明する
  - コマンドライン引数のプログラミング的な問題
- Learn Math Moodle に予習問題を載せるので, それで準備してね.